

補助事業番号 2017M-141

補助事業名 平成29年度 柔軟ロボット設計用関節インザループシミュレータの開発
補助事業

補助事業者名 防衛大学校 准教授 辻田哲平

1 研究の概要

現在のロボット開発フローにおいて、数値シミュレーションのみで実際のロボットの挙動を正確に予測することは難しく、実機を試作して試験し改良するといった工程を繰り返す必要があり、開発の長期化・高コスト化の要因となっている。そこで、Hardware-in-the-Loop Simulator (HILS) と呼ばれるハードウェアとソフトウェアを組み合わせた解析手法をロボットの関節に適用した。数値モデル化が困難な関節部分に関しては実関節を試験することで挙動を把握し、その他のリンク部などの慣性項等については、CAD (Computer Aided Design) モデルから得られる数値モデルを使用することで高精度なシミュレーションを簡便に行うことができる手法を提案した。

2 研究の目的と背景

現在のロボット開発フローにおいて、数値シミュレーションのみで実際のロボットの挙動を正確に予測することは難しく、実機を試作して試験し改良するといった工程を繰り返す必要があり、開発の長期化・高コスト化の要因となっている。本研究では、数値シミュレーションにおいてモデリングが困難な要素の一つである、ロボット関節に焦点を当て、関節部のモデル化を必要としないシミュレーション方法を提案する。これにより、モデリングが困難な柔軟関節などの次世代ロボットの関節機構の設計を加速することが可能となる。

3 研究内容

多関節ロボット開発用HILSの提案

日本語: <http://www.nda.ac.jp/cc/tsujita/researches/HILS.html>

英語: <http://www.nda.ac.jp/cc/tsujita/researches/HILS.html>

Hardware-in-the-Loop Simulator (HILS) と呼ばれるハードウェアとソフトウェアを組み合わせた解析手法をロボットの関節に適用する。数値モデル化が困難な関節部分に関しては実関節を試験することで挙動を把握し、その他のリンク部などの慣性項等については、CAD (Computer Aided Design) モデルから得られる数値モデルを使用する。

ロボット関節を、トルクメータを介してダイレクトドライブ (DD) モータと接続し、実際に多関節ロボットを動作させた時に発生するであろう負荷をロボット関節にDDモータによって与える。DDモータによって負荷を印可された状況でのロボット関節の発生トルクをトルクメータによって計測し、リンク部分の数値モデルに基づいた順動力学計算によって関節の角加速度を求め、次のステップ

にてDDモータでロボット関節に負荷を与える。これにより、シミュレーション中に時々刻々実ロボット関節から挙動を取得しシミュレーションを行うことができる。

4 本研究が実社会にどう活かされるかー展望

少子高齢化や女性の社会進出に伴い、家庭やオフィスで活動する人間共存型ロボットの実現の必要性が高まっている。近年、人工知能やセンサ技術の発展により、ロボットの頭脳に関しては、革新的に進歩しつつある。一方、ロボットの体である関節などのハードウェアについては、大きな進展がない。このため、現在開発されている多くの人間共存型ロボットは産業用ロボットの構造をベースとした、硬いロボットが主流となっている。このため、ロボットが人と衝突した場合、人にケガをさせる危険性があるため、人間共存ロボットは実用化に至っていない。

人間や環境とロボットが衝突しても、人間にケガをさせない、ロボット自身も故障しないといった、人間のような受動的柔軟性を有したロボットの開発を加速させることが可能なシミュレータを実現することで、ロボットの活躍の範囲を工場などの限られた空間のみでなく、家庭、オフィス、お店など人間の生活シーンにまで広げることが可能となる。例えば、介護の現場でロボットが被介護者をやさしく抱き上げる、混雑した店内でロボットが人混みのなかをすり抜けるといったことが可能となる。本研究は、この様なロボットの実現を後押しすることで、労働力不足の解決に活かすことができる。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

これまでのロボット開発経験において、設計段階で数値シミュレーションによってロボットの挙動を予測しながら開発をしてきたが、十分な精度がなく、試作してみないとわからないことが多かった。このため、試作と試験を繰り返す必要があり、開発に時間がかかっていた。そこで、一部を数値計算に置き換えた実機試験方法を提案し、開発の短期化・低コスト化を目指している。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

- Yusuke Noda, Tetsuya Kimura, Satoko Abiko, Teppei Tsujita, Daisuke Sato and Dragomir N. Nenchev, Development of a Hardware-in-the-Loop Simulator for Analyzing Motion of Multi-DoF Robots Without Modeling Complex Joint Parts, Proceedings of the SICE International Symposium on Control Systems 2019, 1H1-5, Kumamoto, Japan, 7 March, 2019.
- 木村哲也, 野田悠介, 辻田哲平, 安孫子聡子, 佐藤大祐, 金宮好和, 柔軟関節を有する平面マニピュレータのHardware-In-the-Loop-Simulation 第6回計測自動制御学会制御部門マルチシンポジウム講演論文集, PS1-9, 熊本, 3月7日, 2019.
- 岩崎源起, 辻田哲平, UAVを用いた多視点化によるヒューマノイドロボット遠隔操縦システ

ムの操作性向上第6回計測自動制御学会制御部門マルチシンポジウム講演論文集, PS2-21, 熊本, 3月7日, 2019.

- 緒方宗馬, 辻田哲平, 安孫子聡子パラシュート着地のための衝撃吸収機構を有する位置制御関節を備えた小型一脚ロボットの開発 第6回計測自動制御学会制御部門マルチシンポジウム講演論文集, PS2-10, 熊本, 3月7日, 2019.
- 野田悠介, 木村哲也, 辻田哲平, 安孫子聡子, 佐藤大祐, 金宮好和, 多関節ロボットの挙動を単一関節試験器で解析可能なHardware-in-the-Loop Simulatorの開発, 第19回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会講演論文集, pp. 2251-2256, 大阪, 12月15日, 2018.
- 木村哲也, 野田悠介, 辻田哲平, 佐藤大祐, 安孫子聡子, 金宮好和, 柔軟関節を有するロボット設計のためのHardware-In-the-Loop-Simulatorの開発 ロボティクス・メカトロニクス講演会'18 講演論文集, 資料番号2P1-F14, 北九州, 6月5日, 2018.
- Teppei Tsujita, Tadamasu Kitahara, Ryoya Tahara, Satoko Abiko, and Atsushi Konno, Drop Test for Evaluating Effect of Cushioning Material and Servo Gain on Parachute Landing Impact Using a Small One-Legged Robot, Proceedings of the 2017 IEEE International Conference on Robotics and Biomimetics (ROBIO), pp.2474-2479, Macau SAR, China, 8 December, 2017.
- 北原 理匡, 辻田 哲平, 田原 諒也, 安孫子聡子, 近野 敦, 小型1脚ロボットを用いたパラシュート着地衝撃に対する緩衝材とサーボゲインの影響評価, 日本機械学会関東支部・精密工学会山梨講演会講演論文集, pp.143-144, 山梨, 10月21日, 2017.

7 補助事業に係る成果物

(1)補助事業により作成したもの

Webページ「多関節ロボット開発用HILSの提案」

日本語: <http://www.nda.ac.jp/cc/tsujita/researches/HILS.html>

英語: <http://www.nda.ac.jp/cc/tsujita/researches/HILS.html>

Youtube動画

<https://www.youtube.com/watch?v=qgn6s8LNIPg>

(2)(1)以外で当事業において作成したもの

なし

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名: 防衛大学校システム工学群(ボウエイダイガッコウ システムコウガクケン)

住 所: 〒239-8686

神奈川県横須賀市走水1-10-20

担 当 者： 准教授 辻田哲平(ツジタ テッペイ)

担 当 部 署： 機械工学科 生体機械工学講座

(キカイコウガッカ セイタイキカイコウガクコウザ)

E - m a i l: tsujita@nda.ac.jp

U R L: <http://www.nda.ac.jp/cc/tsujita/>